

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

550504

(43) 国際公開日
2004 年 10 月 7 日 (07.10.2004)

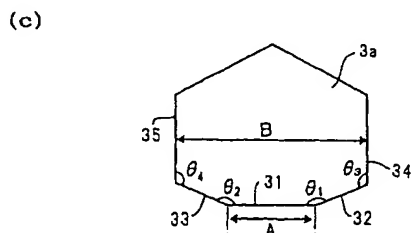
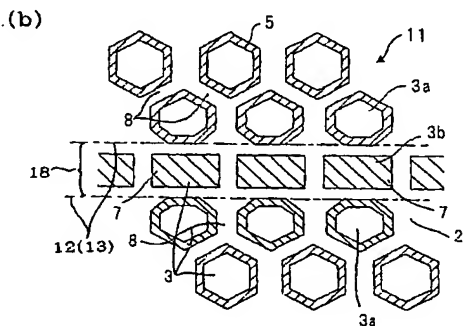
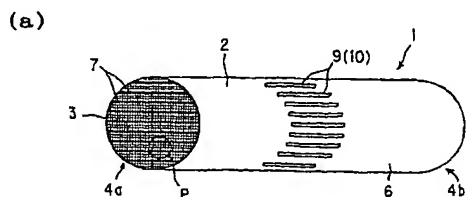
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/085028 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B01D 39/20, 46/00 4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003714
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 19 日 (19.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-079315 2003 年 3 月 24 日 (24.03.2003) JP
特願2004-063327 2004 年 3 月 8 日 (08.03.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 知広 (YAMADA, Tomohiro) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 渡邊 一平 (WATANABE, Kazuhira); 〒1110053 東京都台東区浅草橋 3 丁目 2 0 番 1 8 号 第 8 菊星タワービル 3 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
- [続葉有]

(54) Title: CERAMIC FILTER

(54) 発明の名称: セラミックフィルタ



(57) Abstract: A ceramic filter (1), comprising a porous body (2) and filtration films (5), wherein the cross sectional shapes of a plurality of main flow passages (3) in a direction perpendicular to the flow direction of fluid to be purified or purified fluid are arranged in rows with a specified pattern and the cross sectional shape of a specific partition wall part (18) in the direction perpendicular to the flow direction of the fluid to be purified or the purified fluid is so formed as to subsume a shape formed by two parallel lines apart a specified distance from each other. The cross sectional shape of a first specific main flow (3a) in the direction perpendicular to the flow direction of the fluid to be purified or the purified fluid is formed in a polygon equivalent or superior to a heptagon arranged in a specified state, θ_1 , θ_2 , θ_3 , and θ_4 are within the range of 110 to 160°, and A and B satisfy the requirement of $0.3B \leq A \leq 0.7B$. Thus, an yielding can be increased without causing a defect such as a crack in the filtration films.

(57) 要約: 本発明のセラミックフィルタは、多孔質体 2 と濾過膜 5 とから構成されたセラミックフィルタ 1 であり、複数の主流路 3 の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、所定のパターンで列状に配列され、特定隔壁部 18 の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、所定間隔を隔てた二本の平行直線により形成される形状を包摂する形状であり、第一特定主流路 3a の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、所定状態で配置される七角形以上の多角形であり、かつ、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 が 110°～160° の範囲、A と B とが $0.3B \leq A \leq 0.7B$ の関係を満たすセラミックフィルタであり、濾過膜に亀裂等の欠陥を生ずることなく、歩留り向上のなされたものである。



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

セラミックフィルタ

技術分野

本発明は液体・ガス等の流体濾過に用いられるセラミックフィルタに関し、更に詳しくは、濾過膜に亀裂等の欠陥を生ずることなく、歩留り向上のなされたセラミックフィルタに関する。

背景技術

セラミックフィルタは、高分子膜等と比較して、物理的強度、耐久性に優れるため信頼性が高いこと、耐食性にも優れること、更には、濾過能力を決定する細孔径の精密な制御が可能である点において、固液分離用のフィルタ等として有用である。

セラミックフィルタは、平板状、チューブ状等、種々の形状に加工されたセラミック多孔体を濾材として濾過を行うが、単位体積当たりの濾過面積が大きく、濾過処理能力が高い点において、図2に示すようなセラミックからなる多孔質体22に原液（被浄化流体）の流路（セル）23が多数形成された、いわゆるモノリス型のセラミックフィルタ21が広範に利用されている。

モノリス型のセラミックフィルタは、基材となる多孔質体のみを濾材として、又は透水量を確保しつつ濾過性能を向上させる観点から、流路（セル）の内壁面に、基材となる多孔質体の細孔に比して更に細孔径が小さいセラミック濾過膜（以下、単に「濾過膜」と記す）を形成した状態で使用される。

このようなセラミックフィルタのセル（主流路）の、被浄化流体の流路方向に垂直な断面の形状（セル形状）としては、単位体積当たりの濾過面積を大きくとることができる点において四角形セルが汎用されているが、逆洗を容易にするために五角形以上の多角セル（例えば、六角形セル等）、又は円形セルのようなコーナー部を有しないセル形状等が好ましいとされている。

セラミックフィルタは一種のハニカム構造体であるため、他のハニカム構造体と同様に成形原料の坏土を押出成形し、乾燥した後、焼成する方法等によって製

造することができる。しかしながら、前述の多角セル、円形セル等のセルは、流路方向と直行する方向からの力に対する強度が低いため、押出成形体の自重や、押出工程以降の工程（焼成工程等）で発生する振動等の外力により、セル又はセラミックフィルタ自体が容易につぶれて変形等する問題があった。

このような問題を回避すべく、関連する従来技術として、少なくとも1組の近接するセル列の間に、基材（多孔質体）を直線的に横断するセル壁が形成された、逆洗が容易であるとともに製造時における自重や外力による変形等の不具合の発生が防止されたセラミックフィルタが開示されている（例えば、特開2000-342920号公報参照）。

しかしながら、特開2000-342920号公報に記載されたセラミックフィルタによっても、セル内壁面のコーナ一部において形成された濾過膜に亀裂等の欠陥が生ずる場合があるため、このような膜欠陥の発生が抑止され、製造歩留りの向上がなされたセラミックフィルタの開発が望まれている。

本発明は、このような従来技術の有する問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、濾過膜に亀裂等の欠陥を生ずることなく、歩留り向上のなされたセラミックフィルタを提供することにある。

発明の開示

即ち、本発明によれば、二つの端面及び外周面を有するとともに、一方の前記端面から他方の前記端面まで貫通する被浄化流体の複数の主流路が隔壁を隔てて形成された多孔質体と、前記主流路の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、前記主流路の、前記一方の端面側の開口部から流入した前記被浄化流体を、前記濾過膜及び前記多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、前記多孔質体の前記外周面から浄化流体として取り出す、又は、前記多孔質体の前記外周面から流入した前記被浄化流体を、前記多孔質体の内部及び前記濾過膜を透過させることにより浄化し、前記主流路の、少なくとも前記一方の端面側の開口部から浄化流体として取り出すセラミックフィルタであって、前記複数の主流路の、前記被浄化流体又は前記浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、所定のパターンで列状に配列され、前記隔壁のうちの、互いに近接する所定の主流路（第一特定主

流路)の列の間に位置する特定隔壁部の、前記被浄化流体又は前記浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、所定間隔を隔てた二本の平行直線により形成される形状を包摂する形状であり、前記第一特定主流路の、前記被浄化流体又は前記浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、前記特定隔壁部を介して対向する所定の辺(基準辺)どうしが前記二本の平行直線を構成するように配置される七角形以上の多角形であり、かつ、前記基準辺の両端で交わる辺を第二辺及び第三辺、前記第二辺と、前記基準辺の反対端で交わる辺を第四辺、前記第三辺と、前記基準辺の反対端で交わる辺を第五辺とした場合に、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 (但し、前記 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 は、それぞれ前記基準辺と前記第二辺のなす角度(θ_1)、前記基準辺と前記第三辺のなす角度(θ_2)、前記第二辺と前記第四辺のなす角度(θ_3)、前記第三辺と前記第五辺のなす角度(θ_4)を示す)が $110 \sim 160^\circ$ の範囲であるとともに、前記基準辺の長さ(A)と、前記第四辺と前記第五辺の最大離隔長さ(B)とが、 $0.3B \leq A \leq 0.7B$ の関係を満たすセラミックフィルタが提供される。

本発明においては、二本の平行直線を一組とする平行直線組を二組以上有することが好ましい。

また、本発明においては、多孔質体の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面における最大径が $70\text{ mm}\phi$ 以上であることが好ましい。

本発明においては、特定隔壁部に、その両端面の開口部が封止された所定の主流路(第二特定主流路)の列が形成されるとともに、多孔質体の外周面を含む部分に、第二特定主流路が外部空間と連通するようにスリット状の補助流路が形成され、主流路の、一方の端面側の開口部から流入した被浄化流体を、濾過膜及び多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体の外周面及び補助流路の出口から浄化流体として取り出す、又は、多孔質体の外周面及び補助流路の出口から流入した被浄化流体を、多孔質体の内部及び濾過膜を透過させることにより浄化し、主流路の、少なくとも一方の端面側の開口部から浄化流体として取り出すことが好ましい。

また、本発明においては、第二特定主流路の列と、第二特定主流路以外の主流路の列の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状の配列パターン

が、1列の第二特定主流路の列に次いで、2～8列の第二特定主流路以外の主流路の列が配列される繰り返しパターンであることが好ましい。

図面の簡単な説明

図1(a)～図1(c)は、本発明のセラミックフィルタの一実施形態を示す図面であり、図1(a)は斜視図、図1(b)は図1(a)のP部拡大図、図1(c)は第一特定主流路の拡大図である。

図2は、従来のセラミックフィルタの一実施形態を示す斜視図である。

図3は、本発明のセラミックフィルタの他の実施形態を示す模式図である。

図4は、本発明のセラミックフィルタの更に他の実施形態を示す模式図である。

図5(a)～図5(d)は、本発明のセラミックフィルタの、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状の配列パターン（繰り返しパターン）を示す拡大図である。

図6は、実施例1のセラミックフィルタの、主流路の断面形状の配列パターンを示す拡大図である。

図7は、比較例1のセラミックフィルタの、主流路の断面形状の配列パターンを示す拡大図である。

図8は、高圧発泡試験機の一例を示す概略図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の最良の形態について説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、適宜、設計の変更、改良等が加えられることが理解されるべきである。

本発明のセラミックフィルタは、二つの端面及び外周面を有するとともに、一方の端面から他方の端面まで貫通する被浄化流体の複数の主流路が隔壁を隔てて形成された多孔質体と、主流路の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、主流路の、一方の端面側の開口部から流入した被浄化流体を、濾過膜及び多孔質体

の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体の外周面から浄化流体として取り出す、又は、多孔質体の外周面から流入した被浄化流体を、多孔質体の内部及び濾過膜を透過させることにより浄化し、主流路の、少なくとも一方の端面側の開口部から浄化流体として取り出すセラミックフィルタであり、複数の主流路の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状（以下、単に「断面形状」というときは、「被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状」を意味する）が、所定のパターンで列状に配列され、隔壁のうちの、互いに近接する第一特定主流路の列の間に位置する特定隔壁部の断面形状が、所定間隔を隔てた二本の平行直線により形成される形状を包摂する形状であり、第一特定主流路の断面形状が、特定隔壁部を介して対向する基準辺どうしが前述の二本の平行直線を構成するように配置される七角形以上の多角形であり、かつ、基準辺の両端で交わる辺を第二辺及び第三辺、第二辺と、基準辺の反対端で交わる辺を第四辺、第三辺と、基準辺の反対端で交わる辺を第五辺とした場合に、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 （但し、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 は、それぞれ基準辺と第二辺のなす角度（ θ_1 ）、基準辺と第三辺のなす角度（ θ_2 ）、第二辺と第四辺のなす角度（ θ_3 ）、第三辺と第五辺のなす角度（ θ_4 ）を示す）が $110^\circ \sim 160^\circ$ の範囲であるとともに、基準辺の長さ（A）と、第四辺と第五辺の最大離隔長さ（B）とが、 $0.3B \leq A \leq 0.7B$ の関係を満たすものである。以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

図1（a）～図1（c）は、本発明のセラミックフィルタの一実施形態を示す図面であり、図1（a）は斜視図、図1（b）は図1（a）のP部拡大図、図1（c）は第一特定主流路の拡大図である。本実施形態のセラミックフィルタ1は、一方の端面4aから他方の端面4bまで貫通する主流路3が、隔壁8を隔てた状態で複数形成された多孔質体2と、主流路3の内壁面に配設された濾過膜5とから構成されている。また、主流路3の断面形状が所定のパターンで列状に配列されており、多孔質体2の外周面6を含む部分には、第二特定主流路3bが外部空間と連通するようにスリット状の補助流路9が形成されている。なお、第二特定主流路3bの列は、特定隔壁部18に形成されているものであり、その両端面の開口部（図1（b）においては、一方の端面の開口部11のみ示す）において

封止部 7 が形成されることにより封止されている。

図 1 (a) ~ 図 1 (c) に示すセラミックフィルタ 1 を用いて、液体・ガス等の流体の濾過して浄化するには、以下に示す二種類のフローを挙げることができる。即ち、第一のフローは、浄化すべき流体（被浄化流体）を、主流路 3 の一方の端面 4 a 側の開口部 1 1 から流入させ、濾過膜 5、及び多孔質体 2 の内部を透過させることにより浄化し、多孔質体 2 の外周面 6 及び補助流路 9 の出口 1 0 から浄化流体として取り出すフローである。一方、第二のフローは、被浄化流体を、多孔質体 2 の外周面 6、及び補助流路 9 の出口 1 0 から流入させ、多孔質体 2 の内部、及び濾過膜 5 を透過させることにより浄化し、主流路 3 の端面（一方の端面 4 a 及び／又は他方の端面 4 b）側の開口部 1 1 から浄化流体として取り出すフローである。以降、主として第一のフローを例に挙げつつ、本実施形態のセラミックフィルタの詳細について説明するが、被浄化流体の浄化に際して第二のフローを採用する場合であっても同様である。

本実施形態のセラミックフィルタ 1 は、隣接する第一特定主流路 3 a の列の間に位置する特定隔壁部 1 8 の断面形状が、所定間隔を隔てた二本の平行直線により形成される形状を包摂する形状である。特定隔壁部 1 8 の断面形状をこのように形成することにより、主流路の断面形状に関わらずセラミックフィルタの機械的強度を向上させることができる。

また、本実施形態のセラミックフィルタ 1 は、第一特定主流路 3 a の断面形状が七角形であり、特定隔壁部 1 8 を介して対向する第一特定主流路 3 a の基準辺 3 1 同士が二本の平行直線を構成するように配置されている。なお、第一特定主流路 3 a の断面形状は、図 1 (b)、図 1 (c) に示すような七角形に限定されず、七角形以上の多角形であってもよい。更に、本実施形態のセラミックフィルタ 1 は、第一特定主流路 3 a の断面形状である七角形以上の多角形が、図 1 (c) に示すように、基準辺 3 1 の両端で交わる辺を第二辺 3 2 及び第三辺 3 3、第二辺と、基準辺 3 1 の反対端で交わる辺を第四辺 3 4、第三辺 3 3 と、基準辺 3 1 の反対端で交わる辺を第五辺 3 5 とした場合に、基準辺 3 1 と第二辺 3 2 のなす角度 (θ_1)、基準辺 3 1 と第三辺 3 3 のなす角度 (θ_2)、第二辺 3 2 と第四辺 3 4 のなす角度 (θ_3)、第三辺 3 3 と第五辺 3 5 のなす角度 (θ_4) が

110°～160°の範囲であるとともに、基準辺31の長さ(A)と、第四辺34と第五辺35の最大離隔長さ(B)とが、 $0.3B \leq A \leq 0.7B$ の関係を満たすものである。

本実施形態のセラミックフィルタ1は、図1(a)～図1(c)に示すように、第一特定主流路3aの断面形状が、特定隔壁部18を介して対向する基準辺31どうしが二本の平行直線を構成するように配置される所定の七角形であるため、第一特定主流路3aの内壁面におけるコーナー部においても均一な膜厚を有する濾過膜5が形成されており、焼成等により濾過膜が形成される際に生ずる亀裂等の欠陥の発生率が極めて効果的に低減されるものである。また、欠陥の発生率が極めて低いため、製造歩留りの向上を図ることができるとともに、製品信頼性の高いセラミックフィルタ1である。

本実施形態のセラミックスフィルタ1は、図1(c)に示すように θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 が110°～160°の範囲であるとともに、AとBとが $0.3B \leq A \leq 0.7B$ の関係を満たすものである。なお、濾過膜5(図1(b)参照)における亀裂等の欠陥の発生を更に抑制し、更なる歩留り向上のなされたセラミックフィルタ1(図1(a)参照)とする観点からは、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 は120°～150°の範囲であることが好ましく、130°～140°の範囲であることが更に好ましい。また、同様の観点から、AとBとが $0.35B \leq A \leq 0.65B$ の関係を満たすことが好ましく、 $0.4B \leq A \leq 0.6B$ の関係を満たすことが更に好ましい。

また、図1(a)～図1(c)に示すように、本実施形態のセラミックフィルタ1においては、特定隔壁部18に、その両端面の開口部が封止部7により封止された第二特定主流路3bの列が形成されるとともに、多孔質体2の外周面6を含む部分に、第二特定主流路3bが外部空間と連通するようにスリット状の補助流路9が形成されていることが好ましい。このような所定の補助流路9が形成されてなる本実施形態のセラミックフィルタ1は、多孔質体2の中心部近傍の主流路3からの浄化流体の回収が容易となり、セラミックフィルタ1の濾過処理能力を10倍以上に飛躍的に向上させることが可能となる点において好ましい。また、セラミックフィルタ1内の流量分布、逆洗時の逆洗圧力分布を大幅に改善する

ことができる点においても好ましい。なお、本明細書における「互いに近接する第一特定主流路の列」には、第一特定主流路の列どうしが、これらの間に他の主流路の列等を介在させることなく隣接して形成された場合の他、図1（a）～図1（c）に示すように、第一特定主流路の列の間に位置する特定隔壁部に第二特定主流路の列が形成された場合も、この「互いに近接する第一特定主流路の列」に含まれるものとする。また、本明細書にいう「特定隔壁部に第二特定主流路の列が形成された場合」とは、図1（b）に示すように、特定隔壁部18内に、他の主流路と平行に第二特定主流路3bの列が形成された場合をいう。従って、本明細書においては、特定隔壁部18内に第二特定主流路3bの列が形成された状態であっても、二本の平行直線12の間に位置する部分を「特定隔壁部」と呼ぶ。

図3に示すように本実施形態のセラミックフィルタ61は、二本の平行直線12を一組とする平行直線組13が少なくとも一組形成されていればよい。更には、図4に示すように、本実施形態のセラミックフィルタ71は、これら二本の平行直線12を一組とする平行直線組13を二組以上有するものであることが、未焼成体70の形状保持に寄与する特定隔壁部18を適当な間隔で配置でき、焼成時における多孔質体2の歪みや変形、ひいてはセラミックフィルタ71の歪みや変形をより効果的に抑制することができるために好ましい。なお、図3及び図4中、符号60、70は未焼成体、符号80は未焼成体の外形線、符号81はセラミックフィルタ（焼成体）の外形線を示す。ここで、二組以上の平行直線組13を有することによる、セラミックフィルタ71の歪みや変形の抑制効果は、多孔質体2の、被浄化流体の流路方向に垂直な断面における最大径が、好ましくは70mmφ以上、更に好ましくは120mmφ以上である場合により効果的に発揮される。前記最大径の上限値については特に限定されないが、多孔質体の実質的な製造可能性等の観点からは、300mmφ以下である。

なお、本明細書にいう「被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面における最大径」とは、多孔質体の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面の中で（流路に沿って形成される任意の断面の中で）、その値が最大になるような断面のその径（最大径）をいう。断面形状が円の場合は円の直径、断面形状

が楕円、長円の場合は長軸の長さ、断面形状が多角形の場合は最も長い対角線の長さ、断面形状がその他不定形の場合は断面形状の外周上の2点をとったときに、最も長くなる2点間の距離である。

図5(a)～図5(d)は、本発明のセラミックフィルタの、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状の配列パターン（繰り返しパターン）を示す拡大図である。図5(a)～図5(d)に示すように、本実施形態のセラミックフィルタ82、83、84、88は、第二特定主流路の列40と、第二特定主流路以外の主流路の列42、43、44、48の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状の配列パターンが、1列の第二特定主流路40の列に次いで、2～8列の第二特定主流路以外の主流路の列42、43、44、48が配列される繰り返しパターンであることが好ましい。被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状の配列パターンをこのような所定の繰り返しパターンとすることにより、濾過膜の欠陥の発生率が低減されるとともに被浄化流体の濾過効率が極めて高く、更には、焼成時の歪みや変形等の不具合の発生が低減され、製造歩留りが良好であるという効果を奏する。

被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状の配列パターンについては、被浄化流体の濾過効率の観点や、焼成時の歪みや変形等の不具合の発生回避の観点から、総合的に判断して設定すればよい。例えば、被浄化流体の濾過効率の観点に立てば、同じ直径のセラミックフィルタであっても製膜される濾過膜の細孔径の大小によって選択する配列パターンが適宜設定される。即ち、濾過膜の細孔径が大きい場合には、第二特定主流路以外の主流路の透水量分布（濾過処理水量）にバラツキを生じ易くなるため、第二特定主流路－第一特定主流路の配列パターンを、1列－2列、又は1列－3列の繰り返しパターンに設定すればよい。一方、濾過膜の細孔径が小さい場合には、第二特定主流路以外の主流路の透水量分布（濾過処理水量）にバラツキを生じ難くなるため、1列－7列、又は1列－8列の繰り返しパターンを選択すればよい。また、断面形状における中央部と外周部とで透水量の差が大きい場合には、第一特定主流路－第二特定主流路－第一特定主流路－第二特定主流路…の配列パターンを、2列－1列－3列－1列－2列や、5列－1列－8列－1列－5列等の配列パターンに設定することが好

ましい。

焼成時の歪みや変形等の不具合の発生回避の観点に立てば、セラミックフィルタの直径が大きくなるに従って、乾燥時や焼成時の変形が大きくなり易い傾向にあるため、第二特定主流路の列（隔壁）を多くすると変形を生じ難くなる。しかし、第二特定主流路の数を増加させると、その分濾過膜の面積が減少してしまうため、可能な限り第二特定主流路の数を少なくし、変形し難く、十分な透水量分布とすることができるよう設計することが好ましい。

本発明のセラミックフィルタの基材である多孔質体の断面形状は特に限定されず、円形、正方形、長方形、又は六角形等のものを用いることができる。但し、押出成形がし易く、焼成変形が少なく、また、ハウジングとのシールがし易い点において、断面形状が円形であることが好ましい。多孔質体は、物理的強度、耐久性、耐食性に優れるセラミックで構成されるが、セラミックの種類は特に限定されず、例えばアルミナ、チタニア、ムライト、ジルコニア、コージェライト、又はこれらの混合物等、種々のセラミック材料の中から被濾過流体等に対する耐食性、製造容易性、コスト等、目的に応じて適宜選択すればよい。

多孔質体を製造するに際しては、まず、骨材、焼結助剤の他、分散媒、有機バインダ、必要により界面活性剤、可塑剤等を添加し、混練してなる坏土を押出成形してなる成形体を得る。骨材は、前述のセラミック材料から選択すればよい。骨材を含む坏土を成形し、焼成することにより、骨材の粒径に応じた細孔を有する多孔質体が形成される。また、焼結助剤は、骨材どうしの結合を強化するための添加材であって、平均粒径 $5\ \mu\text{m}$ 未満のセラミック粒子からなる骨材とともに坏土に添加することにより、骨材間の結合が強化され、強固な多孔質体が形成される。焼結助剤の材質も特に限定されず、例えばアルミナ、シリカ、ジルコニア、チタニア、ガラスフリット、長石、コージェライト等を用いることができる。通常は、骨材どうしの結合強度を確保し、多孔質体の細孔閉塞を防止するため、骨材及び焼結助剤の全質量に対して、 $10\sim35$ 質量%程度添加すればよい。押出成形して得られた成形体を乾燥し、これを流路方向と垂直に所定の長さに切断した後に焼成して多孔質体を得ることができる。

多孔質体のサイズについても限定されないが、例えば、流路方向の全長が 15

0～2000mm程度、多孔質体が円柱状である場合において外径30mmφ以上のものが一般的であるが、本発明においては横置きで焼成等を行う必要がある大型のもの、具体的には外径70mmφ、全長500mm以上の大型であることが好ましい。

多孔質体には、一方の端面から他方の端面まで貫通する複数の主流路が隔壁を隔てた状態で形成されているが、本発明においては、各主流路は無作為に形成（配列）されているのではなく、複数の主流路が並列するように配置された主流路列が複数形成されている。主流路の孔径については、単位体積当たりの濾過面積の確保、逆洗時における堆積物の剥離し易さ、濾過流体の多孔質体中における透過抵抗の低減等の観点から被浄化流体の性状（固形分濃度、固形分の大きさ、粘度等）にあった孔径を選択すればよい。例えば、上水の濾過に使用する場合であれば1～5mm程度であることが好ましい。また、多孔質体の強度を確保するため、全ての主流路の空隙容積が多孔質体体積の80%以下であることが好ましい。なお、本発明にいう主流路の孔径とは、主流路の被濾過流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状における最大孔径をいうものとする。

本発明のセラミックフィルタにおける濾過膜は、細孔径が数10μm以下の薄膜であり、多孔質体と同様のセラミックにより構成される。濾過膜は、多孔質体の主流路の内壁面にセラミックからなる骨材粒子を含むスラリーを用いて所定膜厚を有する製膜層を形成した後、焼成することにより主流路の内壁面に配設（形成）することができる。具体的には、骨材粒子を水等の分散媒中に分散し、必要に応じて有機バインダ、pH調整剤、界面活性剤等を添加することにより製膜用スラリーを調製し、従来公知の方法、例えばディップ製膜法、特公昭63-66566号公報に記載の濾過製膜法等を用いて主流路の内壁面に製膜層を形成し、乾燥した後、1300℃程度の高温で焼成すればよい。

骨材粒子のセラミックの種類は特に限定されず、例えばアルミナ、チタニア、ムライト、ジルコニア、シリカ、スピネル、又はそれらの混合物等を用いることができる。但し、粒子径が制御された原料を入手し易く、安定な製膜層を形成でき、かつ、耐食性が高い材質（例えばアルミナ等）を用いることが好ましい。濾過膜の細孔径は骨材粒子の粒径により制御することができる。なお、濾過膜は少

なくとも一層形成することが好ましく、二層以上形成してもよい。

スリット状の補助流路は、図1(a)、図1(b)に示すように多孔質体2の焼成前又は焼成後に、ダイヤ電着カッター等の刃物により、補助流路9を形成すべき第二特定流路3bの列が外部空間と連通するように破断して形成すればよい。ここで、補助流路9に連通する第二特定流路3bについては、浄化流体への被浄化流体の混入を防止するため多孔質体2の両端面の開口部を目詰め部材等により封止して封止部7を形成する。なお、第二特定主流路3bの内壁面にも、前述した濾過膜を必要に応じて形成してもよい。

実施例

以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

(実施例1)

骨材として、粒径が30～100 μ mとなるように篩い分けしたアルミナを使用し、これに、焼結助材として粒径0.5～5 μ mの長石、分散媒として水、有機バインダとしてメチルセルロースを添加し、混練して得られた坏土を押出成形することにより複数の主流路を有するハニカム状の成形体を得た。この成形体を乾燥した後、所定の長さとなるように流路方向と垂直に切断し、これを焼成することにより、外径180mm、流路の内径2.5mm、長さ1000mm、1列に最大53個の主流路を有する主流路列を61列備えた、全主流路数が約2200個のハニカム状の多孔質体を得た。なお、JIS浸漬法により測定した多孔質体の気孔率は40%、水銀圧入法により測定した平均細孔径は20 μ mであった。

次いで、ダイヤ電着カッターを用いて、多孔質体の流路方向の中心部に6列おきにスリット状の補助流路を形成した。補助流路の出口の幅は1.2mmであり、補助流路の出口の縁端部はR形状に加工した。その後、乾燥及び焼成することにより、補助流路を有する多孔質体を製造した。

次に、補助流路に連通する第二特定主流路3b(図6参照)の両端面の開口部にガラス質からなる封止部材を充填した後に焼成して封止部7を形成し、図6に示すような主流路3の断面形状の配列パターンを有する多孔質体を製造した。更

に、第二特定主流路 3 b 以外の主流路の内壁面に、膜厚が $10\ \mu\text{m}$ のアルミナからなる濾過膜を形成することにより、セラミックフィルタを製造した（実施例 1）。なお、実施例 1 のセラミックフィルタの第二特定主流路 3 b は、幅が $2.5\ \text{mm}$ 、高さが $2\ \text{mm}$ の長方形、第一特定主流路 3 a は、 $\theta_1 = 135^\circ$ 、 $\theta_2 = 135^\circ$ 、 $\theta_3 = 135^\circ$ 、 $\theta_4 = 135^\circ$ 、 $A = 1.4\ \text{mm}$ 、 $B = 2.8\ \text{mm}$ の七角形、これら以外の主流路 3 は、対辺が $2.5\ \text{mm}$ の六角形であり、第一特定主流路 3 a が第二特定主流路 3 b と高さ方向に並列するように配置されている。

（比較例 1）

主流路の断面形状の配列パターンを、図 7 に示すような配列パターンとすること以外は、前述の実施例 1 と同様の操作によりセラミックフィルタを製造した（比較例 1）。なお、比較例 1 のセラミックフィルタの第二特定主流路 3 b は、幅が $2.5\ \text{mm}$ 、高さが $2\ \text{mm}$ の長方形、第一特定主流路 3 a は、幅が $2.5\ \text{mm}$ 、最大高さが $2.4\ \text{mm}$ のホームベース状の五角形、これら以外の主流路 3 は、対辺が $2.5\ \text{mm}$ の六角形であり、第一特定主流路 3 a が第二特定主流路 3 b と高さ方向に並列するように配置されている。

（欠陥の調査（不良率の測定））

図 8 に示す高圧発泡試験機 50 を使用して、エアバブル法によりセラミックフィルタ 51 における欠陥を調査した。具体的には、実施例 1 及び比較例 1 のセラミックフィルタ 51（ $n = 60$ （但し、「 n 」は試料数を示す））を高圧発泡試験機 50 内に設置した後に液体で湿潤し、これに対して圧力を徐々に上昇させながら加圧エアを送り込み、気孔から発泡する圧力より気孔径を算出した。この方法により、気孔径換算で $5\ \mu\text{m}$ 以上の発泡が起きた主流路を欠陥主流路とし、欠陥主流路が一つでも発生した場合は、そのセラミックフィルタ 51 を不良としてカウントして不良率を測定した。なお、図 8 中、符号 52 はパッキン、符号 53 はバルブ、符号 54 は O リングを示す。

（表 1）

	不良本数（本、 $n = 60$ ）	不良率（％）
実施例 1	2	3.3
比較例 1	11	18.3

表 1 に示す結果から、比較例 1 のセラミックフィルタに比して実施例 1 のセラミックフィルタの方が不良率の値が低いことが分かる。なお、比較例 1 において発生した不良の形態は、主として主流路の直角部の膜において発生した亀裂であった。これは、直角部においては均一な膜厚で濾過膜が製膜されずに局所的に厚く製膜された箇所を生じ、その箇所において焼成時に亀裂が発生したためであると考えられる。従って、本発明のセラミックフィルタの優れた特性を確認することができた。

産業上の利用可能性

本発明のセラミックフィルタは、複数の主流路の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が所定のパターンで列状に配列され、第一特定主流路列の間に位置する特定隔壁部の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が所定の形状であり、第一特定主流路の、被浄化流体又は浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、所定の状態で配置される所定の関係を満たす七角形以上の多角形であるため、濾過膜に亀裂等の欠陥を生ずることなく、歩留り向上のなされたセラミックフィルタである。従って、例えば固液分離用のフィルタ等として有用である。

請 求 の 範 囲

1. 二つの端面及び外周面を有するとともに、一方の前記端面から他方の前記端面まで貫通する被浄化流体の複数の主流路が隔壁を隔てて形成された多孔質体と、前記主流路の内壁面に配設された濾過膜とから構成され、

前記主流路の、前記一方の端面側の開口部から流入した前記被浄化流体を、前記濾過膜及び前記多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、前記多孔質体の前記外周面から浄化流体として取り出す、又は、

前記多孔質体の前記外周面から流入した前記被浄化流体を、前記多孔質体の内部及び前記濾過膜を透過させることにより浄化し、前記主流路の、少なくとも前記一方の端面側の開口部から浄化流体として取り出すセラミックフィルタであって、

前記複数の主流路の、前記被浄化流体又は前記浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、所定のパターンで列状に配列され、

前記隔壁のうちの、互いに近接する所定の主流路（第一特定主流路）の列の間に位置する特定隔壁部の、前記被浄化流体又は前記浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、所定間隔を隔てた二本の平行直線により形成される形状を包摂する形状であり、

前記第一特定主流路の、前記被浄化流体又は前記浄化流体の流路方向に垂直な断面形状が、前記特定隔壁部を介して対向する所定の辺（基準辺）どうしが前記二本の平行直線を構成するように配置される七角形以上の多角形であり、かつ、

前記基準辺の両端で交わる辺を第二辺及び第三辺、前記第二辺と、前記基準辺の反対端で交わる辺を第四辺、前記第三辺と、前記基準辺の反対端で交わる辺を第五辺とした場合に、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 （但し、前記 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 は、それぞれ前記基準辺と前記第二辺のなす角度（ θ_1 ）、前記基準辺と前記第三辺のなす角度（ θ_2 ）、前記第二辺と前記第四辺のなす角度（ θ_3 ）、前記第三辺と前記第五辺のなす角度（ θ_4 ）を示す）が $110 \sim 160^\circ$ の範囲であるとともに、前記基準辺の長さ（A）と、前記第四辺と前記第五辺の最大離隔長さ（B）とが、 $0.3B \leq A \leq 0.7B$ の関係を満たすセラミックフィルタ。

2. 前記二本の平行直線を一組とする平行直線組を二組以上有する請求項1に

記載のセラミックフィルタ。

3. 前記多孔質体の、前記被浄化流体又は前記浄化流体の流路方向に垂直な断面における最大径が70 mmφ以上である請求項1又は2に記載のセラミックフィルタ。

4. 前記特定隔壁部に、その両端面の開口部が封止された所定の主流路（第二特定主流路）の列が形成されるとともに、前記多孔質体の前記外周面を含む部分に、前記第二特定主流路が外部空間と連通するようにスリット状の補助流路が形成され、

前記主流路の、前記一方の端面側の開口部から流入した前記被浄化流体を、前記濾過膜及び前記多孔質体の内部を透過させることにより浄化し、前記多孔質体の前記外周面及び前記補助流路の出口から浄化流体として取り出す、又は、

前記多孔質体の前記外周面及び前記補助流路の出口から流入した前記被浄化流体を、前記多孔質体の内部及び前記濾過膜を透過させることにより浄化し、前記主流路の、少なくとも前記一方の端面側の開口部から浄化流体として取り出す請求項1～3のいずれか一項に記載のセラミックフィルタ。

5. 前記第二特定主流路の列と、前記第二特定主流路以外の主流路の列の、前記被浄化流体又は前記浄化流体の流路方向に垂直な断面形状の配列パターンが、1列の前記第二特定主流路の列に次いで、2～8列の前記第二特定主流路以外の主流路の列が配列される繰り返しパターンである請求項4に記載のセラミックフィルタ。

1/7

図1(a)

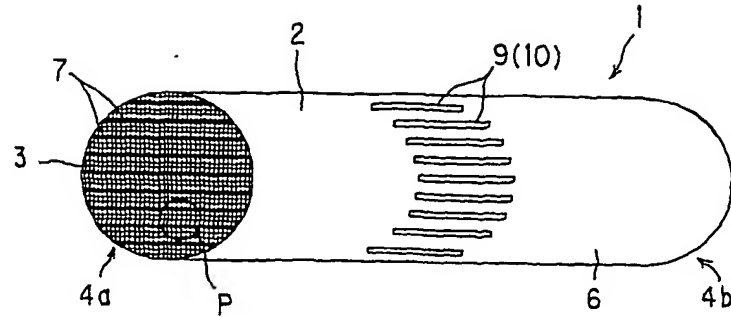


図1(b)

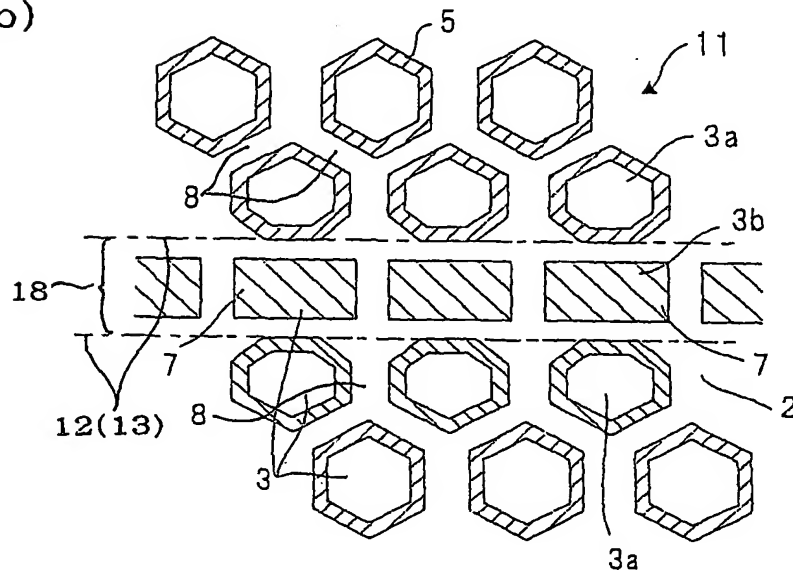
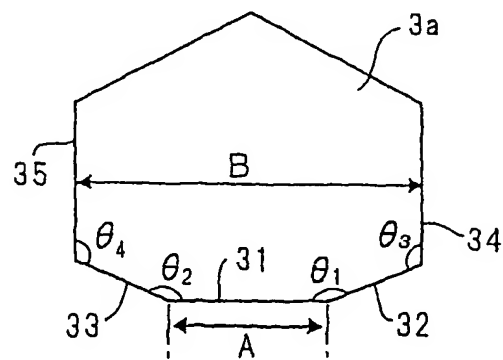
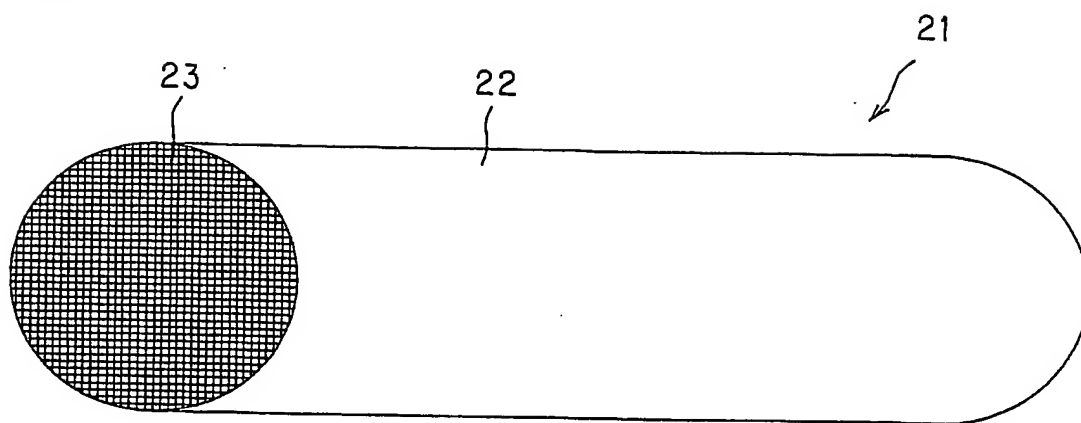


図1(c)



2/7

図2



3/7

図3

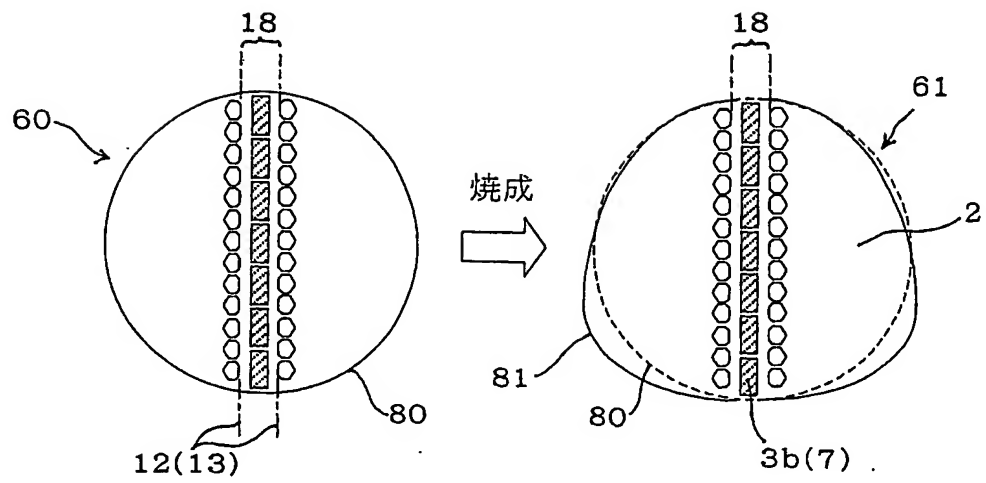
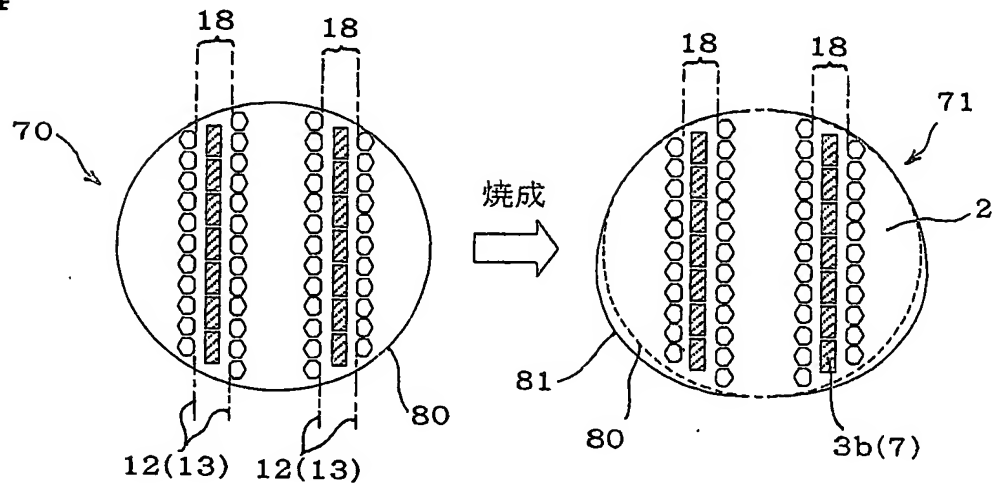


図4



4/7

図5(a)

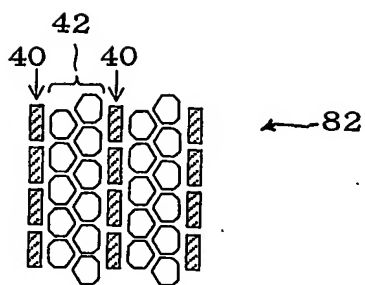


図5(b)

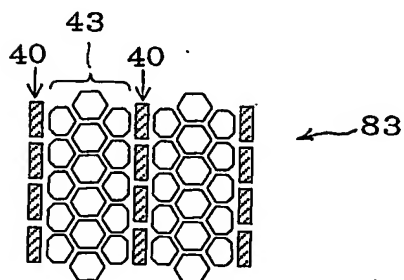


図5(c)

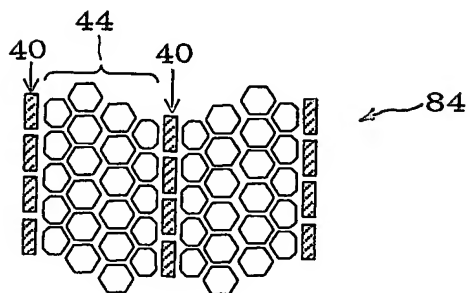


図5(d)

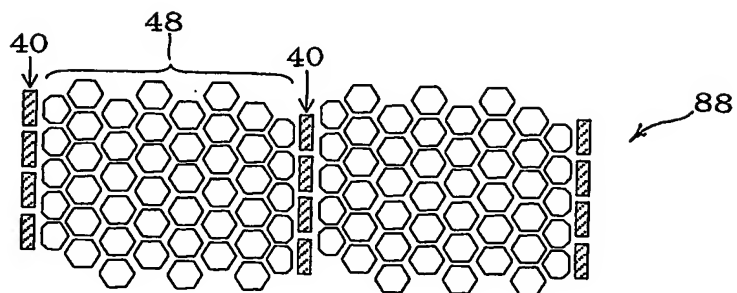
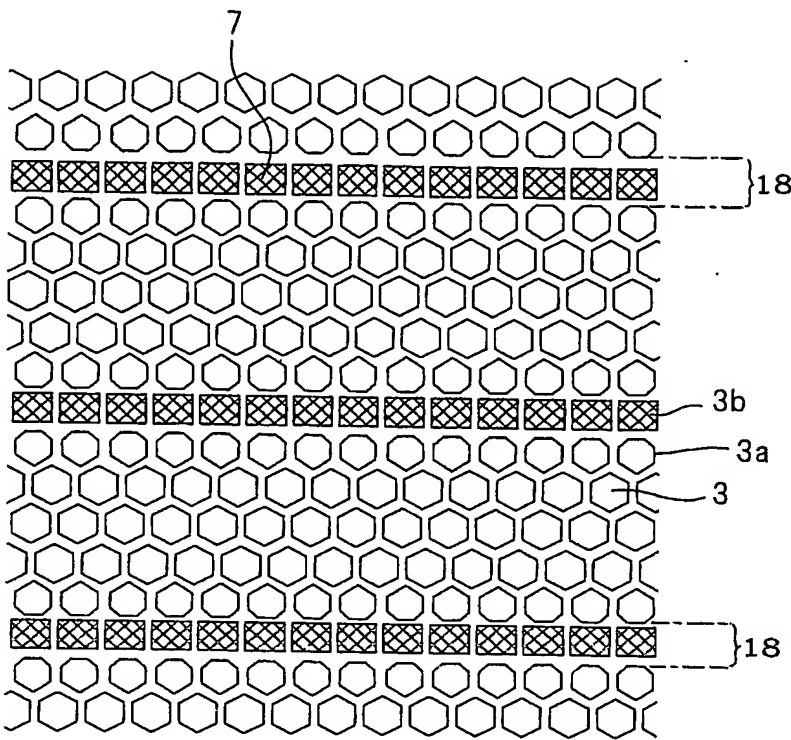
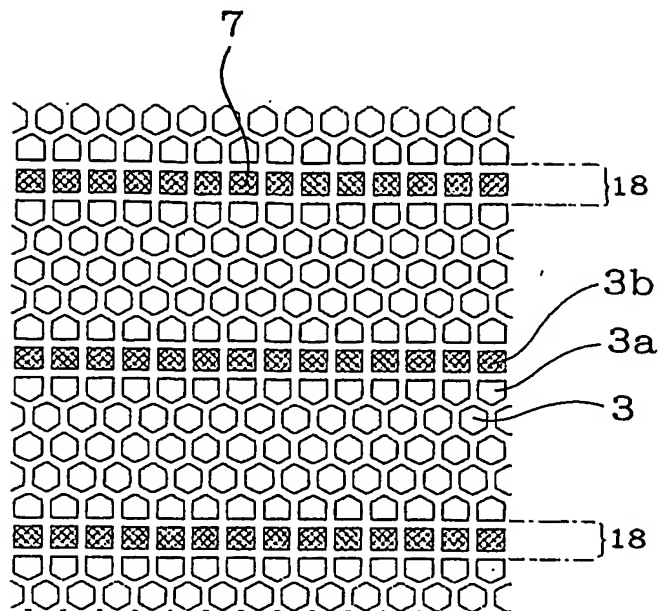


図6



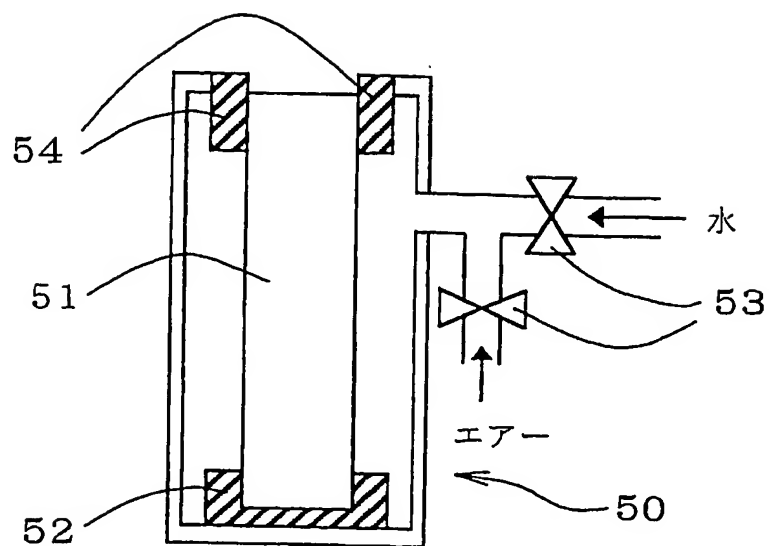
6/7

図7



7/7

図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003714

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 61-424 A (Nippondenso Co., Ltd.), 06 January, 1986 (06.01.86), Claims; page 2, upper left column, line 6 to page 4, lower left column, line 15; Fig. 3(D) & US 4643749 A	1-5
Y	JP 6-506138 A (CERAMEM CORP.), 14 July, 1994 (14.07.94), Claims; page 4, upper left column, line 10 to lower right column, line 11 & WO 1993/012867 A1 & EP 619757 A & US 5393747 A	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 June, 2004 (09.06.04)

Date of mailing of the international search report
22 June, 2004 (22.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003714

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-232615 A (NGK Insulators, Ltd.), 28 August, 2001 (28.08.01), Claims; page 6, Par. No. [0061] to page 8, Par. No. [0077] & EP 1128031 A1 & US 2001-0020756 A1	4, 5
Y	JP 2001-269921 A (NGK Insulators, Ltd.), 02 October, 2001 (02.10.01), Claims; page 7, Par. No. [0064] to page 8, Par. No. [0079] (Family: none)	4, 5
A	JP 2000-342920 A (NGK Insulators, Ltd.), 12 December, 2000 (12.12.00), Claims; page 3, Par. No. [0014] to page 5, Par. No. [0044] (Family: none)	1-5
A	JP 56-124417 A (General Motors Corp.), 30 September, 1981 (30.09.81), Claims; page 5, upper right column, line 16 to page 6, lower right column, line 5 & US 4364761 A & JP 62-96717 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B 01 D 39 / 20, B 01 D 46 / 00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B 01 D 39 / 20, B 01 D 46 / 00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996
日本国公開実用新案公報	1971-2004
日本国登録実用新案公報	1994-2004
日本国実用新案登録公報	1996-2004

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 61-424 A (日本電装株式会社), 1986. 01. 06, 特許請求の範囲, 第2頁左上欄第6行-第4頁左下欄第15行, 第3図 (D) & US 4643749 A	1-5
Y	JP 6-506138 A (セラメム コーポレーション), 1994. 07. 14, 特許請求の範囲, 第4頁左上欄第10行-右下欄第11行 & WO 1993/012867 A1 & EP 619757 A & US 5393747 A	1-5
Y	JP 2001-232615 A (日本碍子株式会社), 2001. 08. 28, 特許請求の範囲, 第6頁段落【0061】-第8頁段落【0077】, & EP 1128031 A1	4, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 06. 2004

国際調査報告の発送日

22. 6. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新居田 知生

4 Q

8 6 1 8

電話番号 03-3581-1101 内線 6424

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& US 2001-0020756 A1	
Y	JP 2001-269921 A(日本碍子株式会社), 2001. 10. 02, 特許請求の 範囲, 第7頁段落【0064】-第8頁段落【0079】, (ファミリーなし)	4, 5
A	JP 2000-342920 A(日本碍子株式会社), 2000. 12. 12, 特許請求の 範囲, 第3頁段落【0014】-第5頁段落【0044】, (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 56-124417 A(ゼネラル・モーターズ・コーポレーション), 1981. 09. 30, 特許請 求の範囲, 第5頁右上欄第16行-第6頁右下欄第5行 & US 4364761 A & JP 62-96717 A	1 - 5